

4/5/4 (Item 3 from file: 351) [Links](#)

Fulltext available through: [Order File History](#)

Derwent WPI

(c) 2008 The Thomson Corporation. All rights reserved.

0007854014

WPI Acc no: 1996-484122/199648

XRPX Acc No: N1996-407919

**Manufacturing method for stabilised superconducting wound conductor - increases quality of conductor by eliminating non-soldered-through parts between conductor and stabilising element**

Patent Assignee: CABLES IND RES INST (CABL-R)

Inventor: IPATOV YU P; RYCHAGOV A V; SYTNIKOV V E

Patent Family ( 1 patents, 1 & countries )

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
SU 1537049	A1	19960320	SU 4475112	A	19880629	199648	B

Priority Applications (no., kind, date): SU 4475112 A 19880629

Patent Details

Patent Number	Kind	Lan	Pgs	Draw	Filing Notes
SU 1537049	A1	RU	6	0	

#### Alerting Abstract SU A1

During manufacture process, the conductor and stabilising element of rectangular form with longitudinal slot separately in vertical plane are simultaneously passed via a melt of solder. The superconductor is introduced into slot of stabilizing element, and their connection is carried out at the output of melt by passing them through a die with compression of stabilizing element of 5 to 15 percent, while the cooling is carried out to the temperature of 50-140 deg. C below the solidification temperature of solder.

The superconducting conductor is bent in cooled places to a stress-stretched state of conductor against stabilising element.

USE - In manufacturing superconducting wound conductors. Bul. 8/20.3.96

**Title Terms /Index Terms/Additional Words:** MANUFACTURE; METHOD; STABILISED; SUPERCONDUCTING; WOUND; CONDUCTOR; INCREASE; QUALITY; ELIMINATE; NON; SOLDER; THROUGH; PART; ELEMENT

#### Class Codes

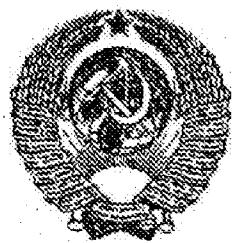
International Patent Classification

IPC	Class Level	Scope	Position	Status	Version Date
H01B-0012/00	A	I		R	20060101
H01B-0012/00	C	I		R	20060101

File Segment: EPI;

DWPI Class: X12

Manual Codes (EPI/S-X): X12-D06A1



(19) **SU** (11) **1 537 049** (13) **A1**  
(51) Int. Cl. 6 **H 01 B 12/00**

STATE COMMITTEE  
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4475112/07, 29.06.1988

(46) Date of publication: 20.03.1996

(71) Applicant:  
Vsesojuznyj nauchno-issledovatel'skij  
proektno-konstruktorskij i tekhnologicheskij  
institut kabel'noj promyshlennosti

(72) Inventor: Sytnikov V.E.,  
Ipatov Ju.P., Rychagov A.V., Svalov  
G.G., Novikova S.V.

**(54) PROCESS OF MANUFACTURE OF STABILIZED SUPERCONDUCTING WIRE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering. SUBSTANCE:  
for manufacture of stabilized superconducting wire conductor and stabilizing element of rectangular shape with longitudinal groove are simultaneously passed through melt of solder. Superconductor is inserted into groove of stabilizing element in die at exit from melt

with 5-15% reduction of stabilizing element. Wire is locally cooled after emergence from die to temperature which is 50-140C below temperature of solidus of solder and is bent at this place up to stress-stretched state of conductor with regard to stabilizing element. EFFECT: increased quality of wire by prevention of unsoldered sections between conductor and stabilizing element. 4 cl, 1 tbl

S U 1 5 3 7 0 4 9 A 1

S U 1 5 3 7 0 4 9 A 1

СУ 1537049 А1

1 5 3 7 0 4 9 А1

Изобретение относится к области электротехники, в частности к способам изготовления сверхпроводящих обмоточных проводов.

Цель изобретения - повышение качества провода путем исключения непропаянных участков между сверхпроводником и стабилизирующим элементом.

Способ заключается в том, что для изготовления стабилизированного сверхпроводящего провода проводник и стабилизирующий элемент прямоугольной формы, содержащий прямоугольный паз раздельно в вертикальной плоскости, пропускают через расплав припоя, проводник вводят в паз стабилизирующего элемента и соединяют с ним в фильтре на выходе из расплава при обжатии стабилизирующего элемента на 5-15% провод после выхода из фильтра охлаждают локально до температуры, на 50-140°С ниже температуры солидуса припоя, при этом на охлаждаемом участке провод изгибают до напряженно-растянутого состояния проводника относительно стабилизирующего элемента.

Для повышения производительности процесса изготовления провода преимущественно с многопроволочным сверхпроводником внутри расплава изменяют не менее трех раз траекторию движения проводника и стабилизирующего элемента, обеспечивая трение на участках изменения траектории. Сечения стабилизирующего элемента  $S_m$  предпочтительно определяют из соотношения

$$S_m = \frac{h_1 - (h_0 - 0,5h_1 + 0,5d) + d}{h_1} \cdot S_{m1}$$

где  $S_{m1}$ ,  $h_1$  и  $S_{m1}$ ,  $h_1$ ,  $I_1$  - площадь поперечного сечения, высота и ширина стабилизирующего элемента до и после обжатия, соответственно;

$d_{xk}$ ,  $d_{yk}$ ,  $S_{xk}$  - вертикальный и горизонтальный поперечные размеры и площадь сечения проводника.

При использовании прямоугольного транспонированного сверхпроводника для улучшения качества провода раздельно в вертикальной плоскости с проводником и стабилизирующим элементом в расплаве припоя дополнительно пропускают элемент из нормально проводящего металла, который укладывают в паз стабилизирующего элемента поверх проводника в фильтре. На охлаждаемом участке провод изгибают до напряженно-растянутого состояния нормально проводящего элемента относительно стабилизирующего элемента.

Способ осуществляют следующим образом. Предварительно изготавливают одно- или многопроволочный проводник и прямоугольный стабилизирующий элемент из алюминия в медной оболочке с пазом по середине широкой стороны U-образной формы. Размеры паза выбирают исходя из геометрической формы проводника с учетом возможности углубления его в матрице и свободного введения в паз (допуск по ширине паза 0,05-0,1 мм). Стабилизирующий элемент пазом вверх и проводник над ним (дополнительно нормально проводящий элемент над проводником в одном из вариантов), разделенные в вертикальной

плоскости, одновременно пропускают через расплав припоя, например, ПОССу-30-2 при 340-350°С или ПОС-61 при 250-280°С со скоростью 5-15 м/мин. Внутри расплава между двумя погруженными роликами преимущественно многопроволочный проводник, стабилизирующий и нормально проводящий элементы пропускают по изменяющейся траектории в вертикальной и горизонтальной плоскостях, обеспечивая трение в момент изменения траектории. Менее гибкий стабилизирующий элемент при изменении траектории отклоняют на угол 10-30°, а более гибкие проводник и нормально проводящий элемент на 30-180° от трех до пяти раз, что позволяет осуществить обтирку и сброс с внешней поверхности элементов провода и удаление изнутри многопроволочного проводника остатков флюса.

На выходе из расплава осуществляют введение проводника или проводника и нормально проводящего элемента в паз стабилизирующего элемента с обжатием его на 5-15% до конечного размера и последующим локальным охлаждением водой участка провода длиной 0,5-1,5 см до температуры на 50-140°С ниже температуры солидуса легкоплавких припоеv, в месте изгиба провода на основание стабилизирующего элемента (на сторону, противоположную стороне с пазом) на радиус 20-50  $h_1$ . На участке изгиба проводник, а также нормально проводящий элемент в одном из вариантов приобретают напряженно-растянутое состояние относительно стабилизирующего элемента. В дальнейшем провод охлаждается самопроизвольно и поступает на приемное устройство.

Выбор сечений стабилизирующего элемента в исходном и конечном состояниях по соотношению или параметрах стабилизирующего элемента и проводника, близких к соотношению, а также указанной степени обжатия обеспечивает постоянное (в пределах допуска на слой припоя) положение проводника по оси или вдоль нее, полное или практически полное закрытие и механическое закрепление проводника в стабилизирующем элементе. Когда ширина проводника существенно превосходит его толщину (например, при укладке в паз транспонированного провода прямоугольного сечения), максимально допустимое обжатие матрицы не позволяет полностью закрыть сверхпроводящий элемент. В этом случае поверх проводника в паз матрицы дополнительно укладывают стабилизирующий элемент, изготовленный из нормально проводящего материала с высокой проводимостью. При обжатиях меньше 5% механическое закрепление материала стабилизирующего элемента недостаточно, вследствие чего снижается прочность закрепления проводника, а при обжатиях более 15% повышается вероятность обрыва в процессе изготовления провода. Раздельное по вертикали и одновременное пропускание через расплав припоя элементов провода, а также изменение траектории их движения в расплаве с обеспечением трения в моменты изменения траекторий движения обеспечивает качественное обслуживание их поверхности при высоких скоростях (до 15

С 1 5 3 7 0 4 9 A 1

м/мин) получения провода.

Соединение путем обжатия в фильтре на выходе из расплава дополнительно обеспечивает отсутствие окисных включений, раковин, полное заполнение припоеем межпроволочного пространства проводника. Окончательная фиксация проводника в матрице происходит при последующем локальном (0,5-1,5 см) охлаждении водой на участке изогнутого провода с проводником, находящимся в напряженно-растянутом состоянии относительно стабилизирующего элемента до температуры, на 50-140°C ниже температуры солидуса припоя. Указанный прием позволяет зафиксировать проводник в строго определенном положении по всей длине путем устранения неоднородности его положения, возникающей из-за различия коэффициентов термического расширения соединенных материалов, а также исключить образование раковин между дном паза и проводником из-за усадки припоя.

Охлаждение до температуры, на 50-140°C ниже температуры солидуса припоя, позволяет при последующем распрямлении провода с одной стороны предотвратить растрескивание недостаточно охлажденного и, следовательно, механически непрочного припоя, находящегося между проводником и матрицей, а с другой уменьшить влияние деформации растяжения матрицы на проводник.

Полученный провод, благодаря указанным выше преимуществам, имеет длину захода тока в сверхпроводник, не превышающую 1 мм. Проводник прилегает к основанию паза без непропаянных участков на всей строительной длине. В связующем припое отсутствуют окисные включения, раковины и трещины. Провод имеет высокую прочность соединения элементов. При двухкратном разнонаправленном изгибе на большую плоскость на 180° и радиусе 10h элементы не отслаиваются и не выходят из матрицы. Конкретные примеры осуществления способа и свойства получаемых проводов приведены в таблице.

Для сравнения был изготовлен провод по известному способу с использованием в качестве проводника многопроволочной жилы из НТ-50 7 x 0,33 мм и прямоугольной U-образной матрицы с внешними размерами 2 x 3,5 мм<sup>2</sup> и пазом 1,2 x 1,05 мм<sup>2</sup> с пропайкой припоеем ПОССу-30-2. На отрезке длиной 300 мм было обнаружено 7 раковин длиной от 5 до 10 мм. Проводник в матрице был расположен по волнистой линии со смещением 0,2-0,3 мм от дна паза через 20-30 мм. Длина захода тока в сверхпроводник изменялась по длине провода от 2 до 8 мм. При двухкратном разнонаправленном изгибе на большую плоскость на 180° и радиус 20 мм проводник отслаивался и выходил из паза при комнатной температуре.

Как видно из изложенного, предложенный способ по сравнению с известным позволяет повысить качество и увеличить

производительность изготовления провода в 30-100 раз.

### Формула изобретения:

#### 1. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

##### СТАБИЛИЗИРОВАННОГО

##### СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПРОВОДА,

включающий введение проводника в продольной паз стабилизирующего элемента прямоугольной формы, соединение их пайкой легкоплавким припоеем и охлаждение,

отличающийся тем, что, с целью повышения качества провода путем исключения непропаянных участков между проводником и стабилизирующим элементом, проводник и стабилизирующий элемент пропускают

раздельно в вертикальной плоскости через расплав припоя, введение проводника в паз стабилизирующего элемента и их соединение осуществляют на выходе из расплава путем пропускания их через фильтр при обжатии стабилизирующего элемента на 5 - 15%, а охлаждение проводят после выхода из

фильтра локально до температуры на 50 - 140°C ниже температуры солидуса припоя, при этом на охлаждаемом участке провод изгибают до напряженно-растянутого

состояния проводника относительно стабилизирующего элемента.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности процесса изготовления провода преимущественно с многопроволочным проводником, внутри расплава изменяют не менее трех раз траекторию движения проводника и стабилизирующего элемента, обеспечивая трение на участках изменения траектории.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что сечение обжимаемого стабилизирующего элемента S<sub>m</sub> определяют из соотношения

$$S_m = \frac{h_1 - c_h - 0,5h + 0,5d' \times d}{h_1 - s_{m1}} \cdot S_{m1}$$

где S<sub>m</sub>, h, c и

S<sub>m1</sub> - h<sub>1</sub>, l<sub>1</sub> - площадь поперечного сечения,

высота и ширина стабилизирующего элемента до и после обжатия соответственно;

d', d, S<sub>m</sub> - вертикальный и

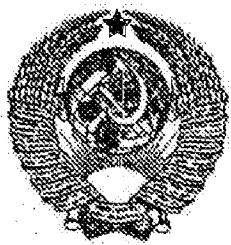
горизонтальный поперечные размеры и площадь сечения проводника.

4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что раздельно в вертикальной плоскости с проводником и стабилизирующим элементом в расплаве припоя дополнительно пропускают элемент из нормально проводящего металла, укладывают его в

фильтре в паз стабилизирующего элемента поверх проводника, при этом на охлаждаемом участке провод изгибают до

напряженно-растянутого состояния

нормально проводящего элемента относительно стабилизирующего элемента.



(19) **SU** (11) **1 537 049** (13) **A1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **H 01 B 12/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО  
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ  
СССР**

(21), (22) Заявка: 4475112/07, 29.06.1988

(46) Дата публикации: 20.03.1996

(56) Ссылки: Заявка Японии N 61-15535, кл. H 01B  
13/00, 1986.

(71) Заявитель:

Всесоюзный научно-исследовательский  
проектно-конструкторский и технологический  
институт кабельной промышленности

(72) Изобретатель: Сытников В.Е.,  
Ипатов Ю.П., Рычагов А.В., Свалов  
Г.Г., Новикова С.В.

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО ПРОВОДА**

(57)

Изобретение относится к области  
электротехники, в частности к способам  
изготовления сверхпроводящих обмоточных  
проводов. Цель изобретения - повышение  
качества провода путем исключения  
непропаянных участков между проводником и  
стабилизирующим элементом. Для  
изготовления стабилизированного  
сверхпроводящего провода проводник и  
стабилизирующий элемент прямоугольной  
формы с продольным пазом раздельно в  
вертикальной плоскости и одновременно

пропускают через расплав припоя.  
Сверхпроводник вводят в паз  
стабилизирующего элемента в фильтре на  
выходе из расплава при обжатии  
стабилизирующего элемента на 5 - 15%.  
Провод после выхода из фильтра локально  
охлаждают до температуры, на 50 - 140°C  
ниже температуры солидуса припоя, изгибая  
его в месте охлаждения до  
напряженно-растянутого состояния  
проводника относительно стабилизирующего  
элемента. 1 табл., 3 з. п. ф-лы.

S U 1 5 3 7 0 4 9 A 1

S U 1 5 3 7 0 4 9 A 1

1 A 9 4 7 0 3 5 1 U S

S U 1 5 3 7 0 4 9 A 1

Элементы провода и вид припоя	Температура припоя в ванне, °C	Линейная скорость получения провода, м/мин	Угол и число изгибов матрицы на выходе из расплава, %	Обжатие матрицы при выходе из расплава, %	Радиус изгиба провода при нормальном охлаждении, мм	Температура прохода тока после локального охлаждения, °C	Длина захода тока из матрицы в сверхпроводник, мм	Конечный размер провода, мм	Характеристика провода
Алюминиевая матрица 3,5x2,25 мм <sup>2</sup> с пазом на стороне 3,5 мм размером 1,05x1,05 мм <sup>2</sup> . Проводник из луженных проволок НТ-50 7x0,33 мм. Припой ПОССУ-30-2 с T <sub>c</sub> =200°C	340-350	10	20/4	8	40	60-70	1	3,5x2	В связующем припое отсутствуют трещины, раковины и окисные включения, проводник прилегает к дну паза без отклонений на всей строительной длине. При двухкратном изгибе на 180°С на радиус 20 мм проводник не выходит из паза матрицы.
Алюминиевая матрица 3,5x2,4 мм <sup>2</sup> с пазом на стороне 3,5 мм размером 0,9x1,7 мм <sup>2</sup> . Проводник НТ-50 диаметром 0,85 мм. Припой ПОС-61 с T <sub>c</sub> =180°C	260-270	15	20/4	15	50	120-130	1	3,5x2	"-

Продолжение таблицы

Элементы провода и вид припоя	Температура припоя в ванне, °C	Линейная скорость получения провода, м/мин	Угол и число изменения траектории в магнитном поле, град	Обжатие матрицы на выходе из расплава, %	Радиус изгиба провода при нормальном охлаждении, мм	Температура провода после локального охлаждения, °C	Длина зврода из матрицы в сверхпроводник, мм	Конечный размер провода, мм	Характеристика провода
Алюмомедная матрица 7x4,2 мм <sup>2</sup> с пазом на стороне 7 мм размером 3,99x2,0 мм <sup>2</sup> . Транспонированный проводник 10x0,7 мм из НТ-50 (1,4 x 3,8 мм <sup>2</sup> ). Медноалюминиевая лента 3,7x0,5 мм <sup>2</sup> . Припой ПОСCu-30-2 с T <sub>c</sub> = 200°C	340-350	5	20/4	5	80	80-90	1	7x4	В связующем припое отсутствуют трещины, раковины и окисные включения. проводник прилегает к дну паза, а лента - к проводнику без отклонений на всей строительной длине.
Алюмомедная матрица 3,5x2,4 мм <sup>2</sup> с пазом на стороне 3,5 мм размером 0,9x1,8 мм <sup>2</sup> . Проводник НТ-50 диаметром 0,85 мм. Припой ПОС-61 с T <sub>c</sub> = 180°C	260-270	15	20/4	15	50	130-140	1	3,5x2	При двухкратном изгибе на 180° С на радиус 40 мм проводник и лента не выходят из паза В связующем припое отсутствуют трещины, раковины и окисные включения. проводник прилегает к дну паза без отклонений на всей строительной длине. При двухкратном изгибе на 180° С на радиус 20 мм проводник не выходит из паза матрицы